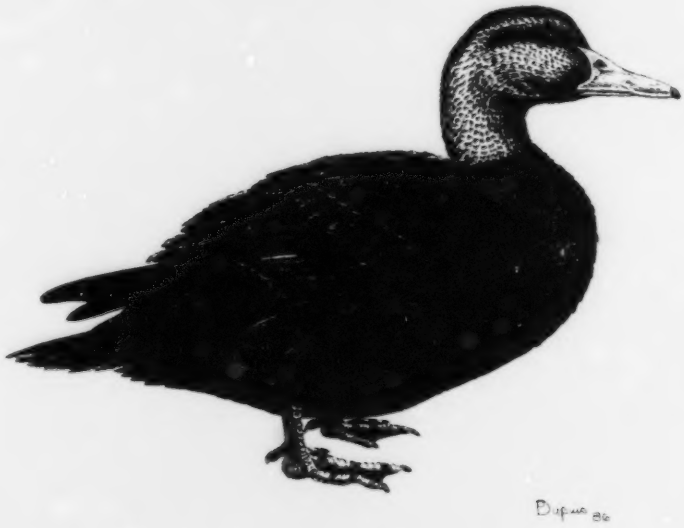
ÉVALUATION DES EFFETS À MOYEN TERME SUR LES COMMUNAUTÉS AVIENNES DE L'ENTRETIEN DES PLANTATIONS D'ÉPINETTES NOIRES (*Picea mariana*) AUX PHÉNOXYS (ESTAPROP) ET AU GLYPHOSATE (ROUNDOP)

Brigitte HARDY
Jean-Luc DESGRANGES



SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES N° 101
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Environnement Canada
Service Canadien de la faune

Canada

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES
DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans les listes du système de référence DOBIS utilisé dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

TECHNICAL REPORT SERIES
CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed with the DOBIS system in major scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

L'illustration de la couverture est une œuvre de P. Dupuis. Elle ne peut dans aucun cas être utilisée sans avoir obtenu préalablement la permission écrite de l'auteur.

Cover illustration is by P. Dupuis and may not be used for any other purpose without the artist's written permission.

92-07819/

ÉVALUATION DES EFFETS À MOYEN TERME SUR LES COMMUNAUTÉS AVIENNES DE L'ENTRETIEN DES PLANTATIONS D'ÉPINETTES NOIRES (Picea mariana) AUX PHÉNOXYS (ESTAPROP) ET AU GLYPHOSATE (ROUNDUP)

Brigitte Hardy[1]
Jean-Luc DesGranges[2]

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES N°101
Région du Québec 1990
Service canadien de la faune

Ce rapport peut être cité comme suit:

Hardy, B. et J.L. DesGranges. 1990. Évaluation des effets à moyen terme sur les communautés aviennes de l'entretien des plantations d'épinettes noires (Picea mariana) aux phénoxys (ESTAPROP) et au glyphosate (ROUNDUP). Environnement Illimité inc. pour Environnement Canada. Série de rapports techniques n°101. Service canadien de la faune, région du Québec. xi + 34 pp. + annexes

[1]Environnement Illimité inc., 855, boul. de Maisonneuve est, Montréal (Québec), H2L 1Y8
[2]Service canadien de la faune, Environnement Canada, C.P. 10100, Sainte-Foy (Québec), G1V 4H5

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement
Service canadien de la faune

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
Numéro de catalogue CW 69-5/101F
ISBN 0-662-96343-1
ISSN 0831-6481

1. Oiseaux - pesticides. 2. Forêt - phytocides. 3. Forêt - plantation. 4. Phénoxy (phytocide).
5. Glyphosate (phytocide).

Copies disponibles auprès du

Service canadien de la faune
Région du Québec
1141, Route de l'Église, C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec), G1V 4H5

RÉSUMÉ

L'évaluation des effets à moyen terme (sept à neuf ans) de l'entretien des plantations d'épinettes noires (Picea mariana) aux phénoxys (ESTAPROP) et au glyphosate (ROUNDUP) sur les communautés aviennes a été réalisée en période de reproduction dans les régions du Bas Saint-Laurent et de la Gaspésie au Québec. L'étude a porté sur quatre peuplements végétaux dont la faune avienne en reproduction a été inventoriée au printemps 1988; la caractérisation de la végétation de ces groupements a été complétée à l'été 1988.

Dans la région du Bas Saint-Laurent, l'étude a porté sur une plantation d'épinettes noires (Picea mariana) datant de 1980 et traitée au glyphosate (ROUNDUP) en 1981; un peuplement en régénération naturelle a été utilisé comme milieu témoin. En Gaspésie, la plantation retenue date de 1976 et a été traitée aux phénoxys ((ESTAPROP); une plantation non traitée était disponible comme milieu témoin.

L'inventaire de l'avifaune a été réalisée en utilisant la méthode des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) (Blondel et al., 1973). Vingt points d'écoute ont été établis dans chaque plantation; ces stations d'échantillonnage ont été inventoriées à trois reprises tôt le matin et à une occasion en fin de journée, afin de recenser l'ensemble des espèces d'oiseaux nicheurs. La végétation de chaque point d'écoute a été caractérisée à l'intérieur de un ou plusieurs quadrats représentatifs.

Dans la région du Bas Saint-Laurent, 26 espèces aviennes ont été rencontrées à l'intérieur de la plantation traitée et 28 dans le peuplement en régénération naturelle. Neuf (9) espèces montrent des densités supérieures significatives ($p<0,05$ ou $p<0,001$) là où il y a eu traitement au glyphosate, contre une (1) pour les sites en régénération naturelle. Les indices de diversité avienne et de dominance, ainsi que les nombres moyens d'espèces et de couples par point d'écoute, affichent des valeurs plus grandes dans la plantation.

En Gaspésie, 26 espèces ont été inventoriées dans la plantation traitée, contre seulement 17 dans la plantation non traitée. Cinq (5) espèces ont des densités supérieures sur les sites traités aux phénoxys ($p<0,05$); par contre, six espèces montrent des différences négatives significatives, en étant moins abondantes, voire même absentes à l'intérieur de la plantation traitée. Le nombre moyen d'espèces aviennes par point d'écoute est sensiblement pareil à l'intérieur des deux peuplements, tandis que le

nombre de couples et l'indice de diversité sont supérieurs dans la plantation traitée. Par contre, l'indice de dominance est supérieur dans la plantation non traitée.

Les peuplements végétaux traités avec phytocides montrent un recouvrement en conifères supérieur à celui des peuplements témoins et un dégagement du milieu plus grand, alors que la plantation non traitée est envahie par des essences feuillues et que la voute foliacée est dense. Ces modifications de l'habitat provoquent une augmentation significative de la densité de plusieurs espèces d'oiseaux nicheurs, de même qu'une élévation de la diversité avienne, principalement à cause du caractère mixte des peuplements après sept à neuf ans des traitements aux phytocides. À moyen terme, l'utilisation de phytocides semble donc bénéfique pour les communautés aviennes.

ABSTRACT

Effects over the medium term (seven to nine years) on avian communities of the maintenance of black spruce (Picea mariana) plantations with phenoxys (ESTAPROP) and glyphosate (ROUNDUP) were assessed during the breeding period in the Lower St.Lawrence and Gaspé regions of Québec. The study covered four vegetation parcels in which counts of breeding birds were conducted in the spring of 1988. Vegetation profiles for the parcels were completed over the summer of 1988.

In the Lower St.Lawrence Region, the study focussed on a black spruce (Picea mariana) plantation dating from 1980 and treated with glyphosate (ROUNDUP) in 1981; a naturally regenerating parcel served as a control. In the Gaspé, the selected plantation dated from 1976 and had been treated with phenoxys (ESTAPROP); an untreated plantation was available as a control.

The bird count was conducted using fixed-diameter curcular plot censuses (Blondel et al., 1973). Twenty plots were established in each plantation. Censuses were taken in each plot three times in the early morning and once at the end of the day in order to determine the population of all breeding bird species. The vegetation of each plot was profiled within one or several representative quadrats.

In the Lower St.Lawrence Region, 26 avian species were encountered in the treated plantation and 28 in the natural regeneration parcel. Nine (9) species exhibited significantly higher densities (p 0.05 or p 0.001) where glyphosate had been applied, as opposed to 1 species in the case of the naturally regenerating sites. Indices for avian diversity and dominance as well as the mean number of species and pairs per census plot were higher in the plantation.

In the Gaspé, 26 species were counted in the treated plantation and only 17 in the untreated plantation. Five (5) species had higher densities in the phenoxy-treated sites (p 0.05); however, six other species showed significatn negative differences, being less abundant or absent within the treated plantation. The mean number of avian species per census plot was practically the same in both parcels, although the number of pairs and diversity index were higher in the treated plantation. On the other hand, the dominance index was higher in the untreated plantation.

The vegetation parcels treated with phytocides exhibited more extensive coniferous cover than the control plots and more open spacing, while the untreated plantation was invaded by deciduous species and developed a dense foliage canopy. These changes to the habitat yield a significant rise in the density of several breeding bird species and an increase in avian diversity, primarily because of the mixed composition of the stands after seven to nine years of phytocide treatments. Over the medium term, the use of phytocides thus appears to be beneficial for the avian communities.

AVANT-PROPOS

Ce rapport est le résultat d'une recherche réalisée par la firme Environnement Illimité inc. sous le mandat du Service canadien de la faune, région du Québec, dans le cadre du programme PESTFUND.

Le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et Hydro-Québec ont contribué à la réalisation de ce projet.

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Environnement Canada - Service canadien de la faune

Jean-Luc DESGRANGES	:	Délégué scientifique

Ministère de l'Énergie et des Ressources

Luc LABERGE	:	Biologiste
Robert CHÉNARD	:	Ingénieur

Hydro-Québec

Gérard Philip De Laborie	:	Conseiller en milieu naturel

Environnement Illimité inc.

Brigitte HARDY	:	Biologiste, chargée de projet
Michel COUILLARD	:	Directeur
Patrice DELISLE	:	Technicien en protection du milieu
Gilles GUAY	:	Biologiste
Pierre LAFONTAINE	:	Biologiste, traitement statistique
Monique BEAULIEU	:	Traitement de texte
Lise BLAIS	:	Traitement de texte
Daniel CLOUTIER	:	Carto Média inc.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
RÉSUMÉ		iii
ABSTRACT		v
AVANT-PROPOS		viii
ÉQUIPE DE TRAVAIL		viiii
LISTE DES TABLEAUX		xii
LISTE DES FIGURES		xii
LISTE DES ANNEXES		xii
1.	**INTRODUCTION**	1
2.	**PROBLÉMATIQUE DES PHYTOCIDES**	1
2.1	Historique de l'utilisation des phytocides au Québec	1
2.2	Écotoxicologie des phytocides du groupe des phénoxys (ESTAPROP)	3
2.3	Écotoxicologie du plyphosate (ROUNDUP)	5
3.	**SITE D'ÉTUDE**	6
3.1	Région Bas Saint-Laurent	6
3.2	Région Gaspésie	8
4.	**MÉTHODOLODIE**	9
4.1	Échantillonnage	9
4.1.1	Caractérisation de la végétation	9
4.1.2	Dénombrement des oiseaux	11
4.2	Traitement des données	12
4.2.1	Peuplements végétaux	12
4.2.2	Communautés aviennes	12

TABLE DES MATIÈRES (suite)

		Page
5.	**RÉSULTATS**	14
5.1	Description des peuplements végétaux	14
5.1.1	Plantation traitée au glyphosate (région Bas Saint-Laurent)	15
5.1.2	Peuplement en régénération naturelle (région Bas Saint-Laurent)	15
5.1.3	Plantation traitée aux phénoxys (région Gaspésie)	20
5.1.4	Plantation non traitée (région Gaspésie)	20
5.2	Comparaison des peuplements végétaux	21
5.2.1	Région Bas Saint-Laurent	21
5.2.2	Région Gaspésie	21
5.3	Description des communautés aviennes	22
5.4	Comparaison des communautés aviennes	25
5.4.1	Région Bas Saint-Laurent	25
5.4.2	Région Gaspésie	27
6.	**DISCUSSION**	27
6.1	Considérations botaniques	27
6.2	Considérations ornithologiques	28
7.	**CONCLUSION**	31
BIBLIOGRAPHIE		32
REMERCIEMENTS		34

LISTE DES TABLEAUX

		Page
TABLEAU 1	Historique des traitements sylvicoles réalisés sur les peuplements à l'étude et âge moyen des épinettes	9
TABLEAU 2	Espèces végétales dominantes et sous-dominantes des quatre peuplements étudiés	16
TABLEAU 3	Données sur la végétation et le milieu	17
TABLEAU 4	Espèces aviennes de la région Bas Saint-Laurent	23
TABLEAU 5	Espèces aviennes de la région Gaspésie	24
TABLEAU 6	Densités relatives (IPA) et diversités aviennes des quatre peuplements étudiés.	26

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1	Schéma général des pratiques sylvicoles au Québec	2
FIGURE 2	Localisation des plantations	7
FIGURE 3	Physionomie des peuplements végétaux de la région Bas Saint-Laurent, associée aux espèces aviennes caractéristiques ou constantes dont la densité est significativement différente ($p < 0,05$) du peuplement traité par rapport au peuplement en régénération naturelle	18
FIGURE 4	Physionomie des peuplements végétaux de la région Gaspésie, associée aux espèces aviennes caractéristiques ou constantes dont la densité est significativement différente ($p < 0,05$) du peuplement traité par rapport au peuplement en régénération naturelle	19

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Liste des noms scientifiques, français et anglais des espèces végétales mentionnés dans le texte selon la nomenclature de Marie-Victorin (1964)	35
ANNEXE 2	Liste des noms scientifiques, français et anglais des espèces aviennes mentionnées dans le texte selon la nomenclature de Godfrey (1986)	36
ANNEXE 3	Données botaniques et ornithologiques des points d'écoute situés sur d'anciennes jetées à l'intérieur de la plantation non traitée de la région Gaspésie (N = 6)	39

1. INTRODUCTION

L'utilisation des pesticides en milieu forestier est une pratique courante qui, en diminuant la compétition par l'utilisation des phytocides et en assurant la pérennité par les insecticides, vise à augmenter la productivité forestière. À cet effet, on emploie sur d'importantes superficies au Québec des phytocides pour l'entretien des plantations (reboisement des secteurs de coupe et des brûlis) afin de contrôler la végétation compétitive des espèces reboisées (Legris et al., 1987).

Parmi les espèces fauniques sensibles aux traitements chimiques des zones forestières, la faune avienne peut être affectée directement lors de l'épandage des phytocides et indirectement par la diminution des sources de nourriture et par les modifications de l'habitat forestier.

L'objectif de l'étude est d'évaluer les effets indirects à moyen terme de l'utilisation des phytocides sur les communautés d'oiseaux forestiers en période de reproduction, en relation avec les changements induits aux plantations d'épinettes noires (Picea mariana). De façon plus spécifique, il s'agit tout d'abord d'évaluer les modifications des peuplements forestiers après cinq à dix années de croissance suite au traitement avec des phytocides. Nous comparerons la diversité de la stratification végétale, le recouvrement de la végétation et la composition floristique de sites traités avec phytocides à des sites non traités. Par la suite, nous vérifierons si les modifications des habitats forestiers ont apporté des changements au niveau des communautés aviennes en évaluant la diversité, densité, dominance et variété pour chacun des sites.

2. PROBLÉMATIQUE DES PHYTOCIDES

2.1 HISTORIQUE DE L'UTILISATION DES PHYTOCIDES AU QUÉBEC

En milieu forestier, suite à une coupe totale et au reboisement, l'utilisation des phytocides s'effectue lorsque les plants ont moins de 2 m de hauteur (figure 1). Cet entretien de la plantation qui permet à la régénération résineuse d'occuper et de maintenir une position

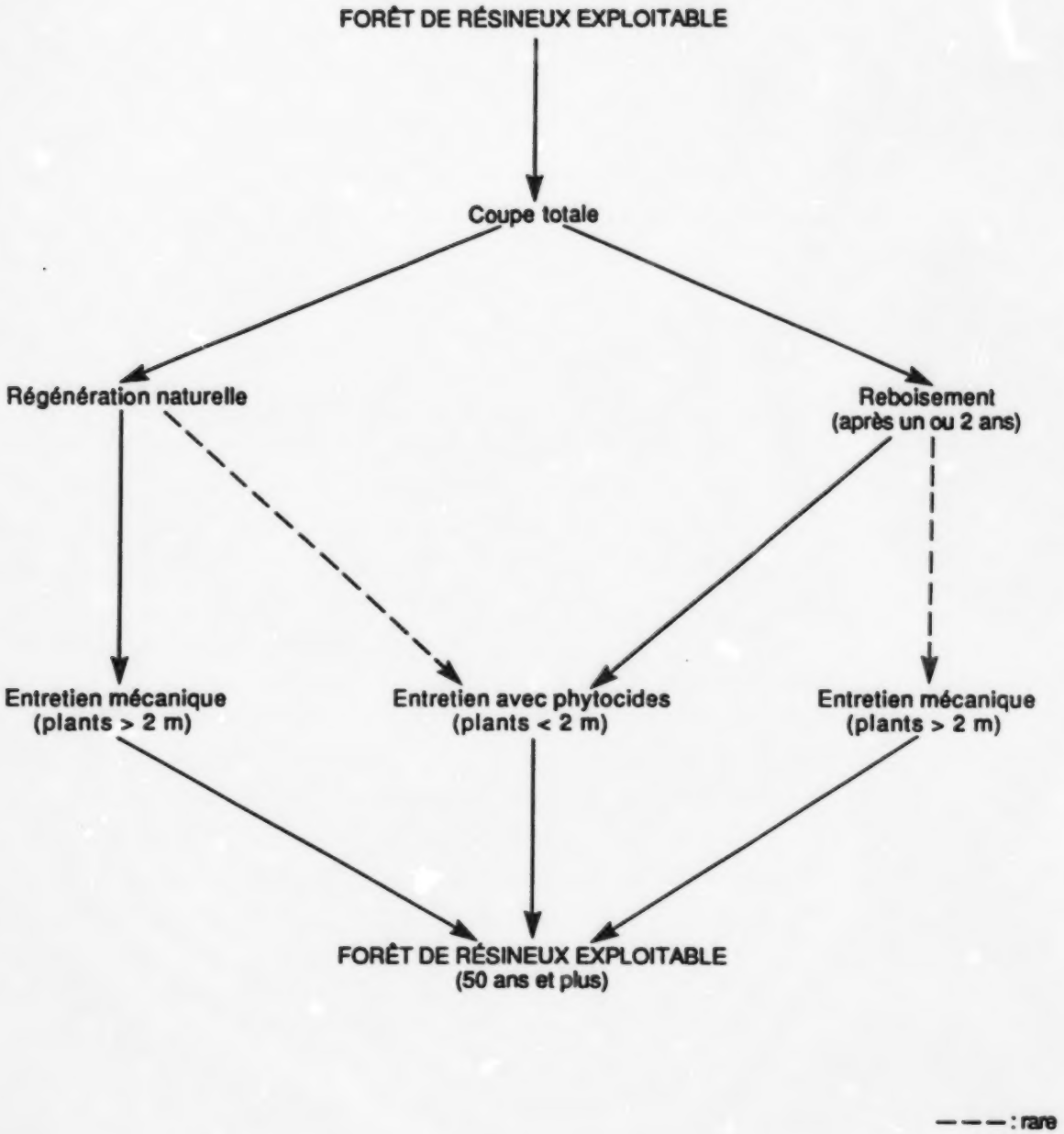


Figure 1: Schéma général des pratiques sylvicoles au Québec

dominante dans le couvert, est parfois suivi d'un entretien mécanique. Celui-ci permet en une seule opération une coupe d'éclaircissement et une coupe pré-commerciale, lorsque la plantation est devenue un peu plus âgée et que les angiospermes redeviennent plus abondants. Dans les peuplements laissés à la régénération naturelle, l'utilisation de phytocides est rare, et l'on préfère attendre que les plants de résineux aient atteint 2 m pour effectuer un entretien mécanique (L. Laberge, comm. pers.). Il est à noter que lors de l'utilisation de phytocides, le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ) a prévu le respect de zones tampons de 60 m notamment près des lacs, rivières et frayères et de 1 000 m, entre autres, près des villes, des parcs, des sources d'eau potable.

Le traitement avec phytocides en milieu forestier au Québec a débuté vers la fin des années 1970, si bien qu'en 1979, entre 8 000 et 9 000 ha principalement dans les régions Bas Saint-Laurent et Gaspésie, ont été traités avec des phytocides du groupe des phénoxys. Suite au rapport produit en 1983 par le Bureau des audiences publiques sur l'environnement (BAPE), traitant des pulvérisations aériennes de phytocides en milieu forestier et au moratoire de 1984, les produits du groupe des phénoxys ne sont plus utilisés au Québec. Depuis, le glyphosate, homologué pour la foresterie en 1984, est devenu le principal herbicide utilisé.

2.2 ÉCOTOXICOLOGIE DES PHYTOCIDES DU GROUPE DES PHÉNOXYS

Les phytocides du groupe des phénoxys qui ont été employés en milieu forestier au Québec comprennent le 2,4-D, le 2,4-DP et le 2,4,5-T. La description écotoxicologique qui suit se réfère principalement au 2,4-D car il s'agit du phytocide du groupe phénoxy le plus répandu.

- **Caractéristiques physico-chimiques**

  Le 2,4-D ou acide 2-4-dichlorophénoxyacétique fait partie du groupe chimique des aryloacidés. Son nom commercial est ESTAPROP. Le 2,4-D est un phytocide systémique largement utilisé dans le contrôle des plantes à feuilles larges, des broussailles et des plantes ligneuses. On l'utilise généralement en pulvérisation comme traitement de préémergence.

  Les racines des plantes absorbent facilement les formules avec sels de 2,4-D, tandis que les feuilles absorbent facilement les formules estériques. À la suite de son absorption par les feuilles, le 2,4-D se déplace dans le phloème, probablement acheminé avec les

éléments nutritifs. À la suite de son absorption par les racines, il pourra monter dans le système de transpiration. L'accumulation du phytocide survient dans les régions mérismatiques des pousses et des racines. Bien que le mode d'action premier du régulateur synthétique de croissance des plantes 2,4-D soit encore à déterminer, diverses études ont démontré qu'il bloquait la croissance normale des cellules ainsi que la respiration, les réserves alimentaires et la division des cellules (ACPPP, 1987).

- **Usages**

Au Québec, les phytocides du groupe des phénoxys ont été utilisés en milieu forestier jusqu'en 1984. Le dégagement des conifères était réalisé par pulvérisation aérienne ou terrestre. Afin d'éviter les dommages aux conifères, le traitement était effectué lorsque les nouvelles pousses des conifères étaient endurcies i.e. de la mi-juillet jusqu'à la fin août.

- **Toxicité**

La persistance du 2,4-D est brève dans les eaux en forêt et dans la plupart des sols (généralement moins d'un mois). Le 2,4-D n'est pas sujet au lessivage ou à l'écoulement de surface vers les ruisseaux ou les plans d'eau. Ce phénoxy est grandement absorbé aux matières organiques du sol, ce qui tend à réduire sa mobilité. L'activité microbienne est le meilleur moyen de dégradation dans le sol, si les conditions du milieu sont favorables au développement des microorganismes.

Les résidus du 2,4-D persistent parfois jusqu'à deux à six mois chez le plancton et les plantes aquatiques. Chez les animaux aquatiques, les facteurs de bioconcentration sont habituellement assez faibles et on ne considère pas que la bioamplification dans le réseau alimentaire aquatique est importante. La toxicité est faible à très élevée pour le poisson. Elle affecte le développement chez la grenouille. Elle est faible à élevée pour les oiseaux (canard, DL-50[1] = 2 000 mg/kg). Le 2,4-D est cancérigène et tératogène pour le rat, et chez l'homme l'incidence du cancer est accrue (Cossette et al., 1988).

---

1 DL-50: dose léthale qui tue 50% des individus testés. La dose peut être absorbée par voie orale, cutanée ou par inhalation.

2.3 ÉCOTOXICOLOGIE DU GLYPHOSATE

- **Caractéristiques physico-chimiques**

Le glyphosate ou N- (phosphonométhyl) isopropylammonium glycine connu sous le nom commercial ROUNDUP, fait partie du groupe chimique des organo-phosphorés. C'est un phytocide non sélectif à action étendue, efficace sur les plantes herbacées, les mauvaises herbes y compris les mauvaises herbes vivaces à racines profondes, les broussailles et les arbres. Cependant, certaines espèces aux feuilles coriaces, peuvent être difficiles à éliminer. Il est utilisé en postémergence. Le glyphosate pulvérisé est absorbé par les feuilles. Il se déplace rapidement dans les tissus de la plante jusqu'aux racines, sans affecter réellement les tissus si on l'applique aux concentrations recommandées. Cependant à de fortes concentrations, les tissus peuvent être affectés (ACPPP, 1985).

- **Usages**

Le glyphosate est homologué au Canada pour pulvérisation aérienne et terrestre, injection et application périphérique à la fois pour la préparation du terrain et le dégagement des conifères, y compris le contrôle des broussailles et mauvaises herbes, à des fins d'aménagement forestier (> 500 ha) et d'aménagement des terrains boisés (< 500 ha). Les applications pour la préparation du terrain se font généralement de la fin mai à la fin juillet occasionnant ainsi un brunissement suffisant de la végétation traitée permettant, si nécessaire, un brûlage contrôlé.

Les applications pour le dégagement des conifères doivent se faire après l'aoûtement des conifères à l'automne et avant l'abscission des feuilles. Les dommages aux conifères non visés décroissent avec l'augmentation de la dormance. Le dosage pour le traitement des mauvaises herbes est de 3 - 4 l/ha et de 5 - 6 l/ha pour les broussailles et les arbres. Le glyphosate est mélangé à l'eau pour former une bouillie utilisée lors des pulvérisations.

- **Toxicité**

Le glyphosate se dissipe rapidement dans l'eau dormante et plus rapidement dans l'eau courante. Il est très peu mobile dans le sol, rapidement absorbé par les

particules du sol et sujet à une dégradation microbienne (demi-vie: environ 60 jours). La dégradation est cependant plus lente dans les sédiments. Le lessivage ou mouvement latéral est très faible. Le glyphosate ne s'accumule pas dans les poissons ou les mammifères. Il est pratiquement non toxique chez le canard colvert (8 jours DL-50: 4 640 mg/kg).

3. SITE D'ÉTUDE

Pour permettre l'évaluation des changements provoqués à moyen terme aux habitats et aux communautés aviennes suite à l'entretien avec phytocides, les habitats retenus à l'étude (plantations en milieu forestier) doivent rencontrer plusieurs critères de sélection:

- les plantations doivent avoir été traitées aux phytocides dans les débuts de cette pratique au Québec;

- aucun autre traitement ne doit avoir eu lieu par la suite sur celles-ci;

- et en dernier lieu, elles doivent posséder une partie de leur superficie qui n'a pas été traitée aux phytocides afin d'obtenir une plantation témoin pour permettre l'évaluation des modifications aux communautés végétales et aviennes.

Après rencontres avec MM. Luc Laberge et Robert Chénard du MERQ et après des visites de reconnaissance sur le terrain, deux plantation ont été retenues pour l'étude. Elles sont situées dans les régions Bas Saint-Laurent et Gaspésie (figure 2).

3.1 RÉGION BAS SAINT-LAURENT

Une première plantation est située dans le canton Bunguay, à environ 50 km au sud-ouest de Rivière-du-Loup (47°28'00" N, 69°33'00" O), à une altitude moyenne de 440 m.. La végétation caractéristique de cette région est la sapinière à bouleau blanc. Une coupe totale a été réalisée au cours des années '75, '76 et '77 puis un reboisement de jeunes plants d'épinette noire (Picea mariana) âgés de trois ans a été effectué sur une superficie de 237 hectares. Par la suite, soit en 1981, cette plantation a subi un traitement terrestre au

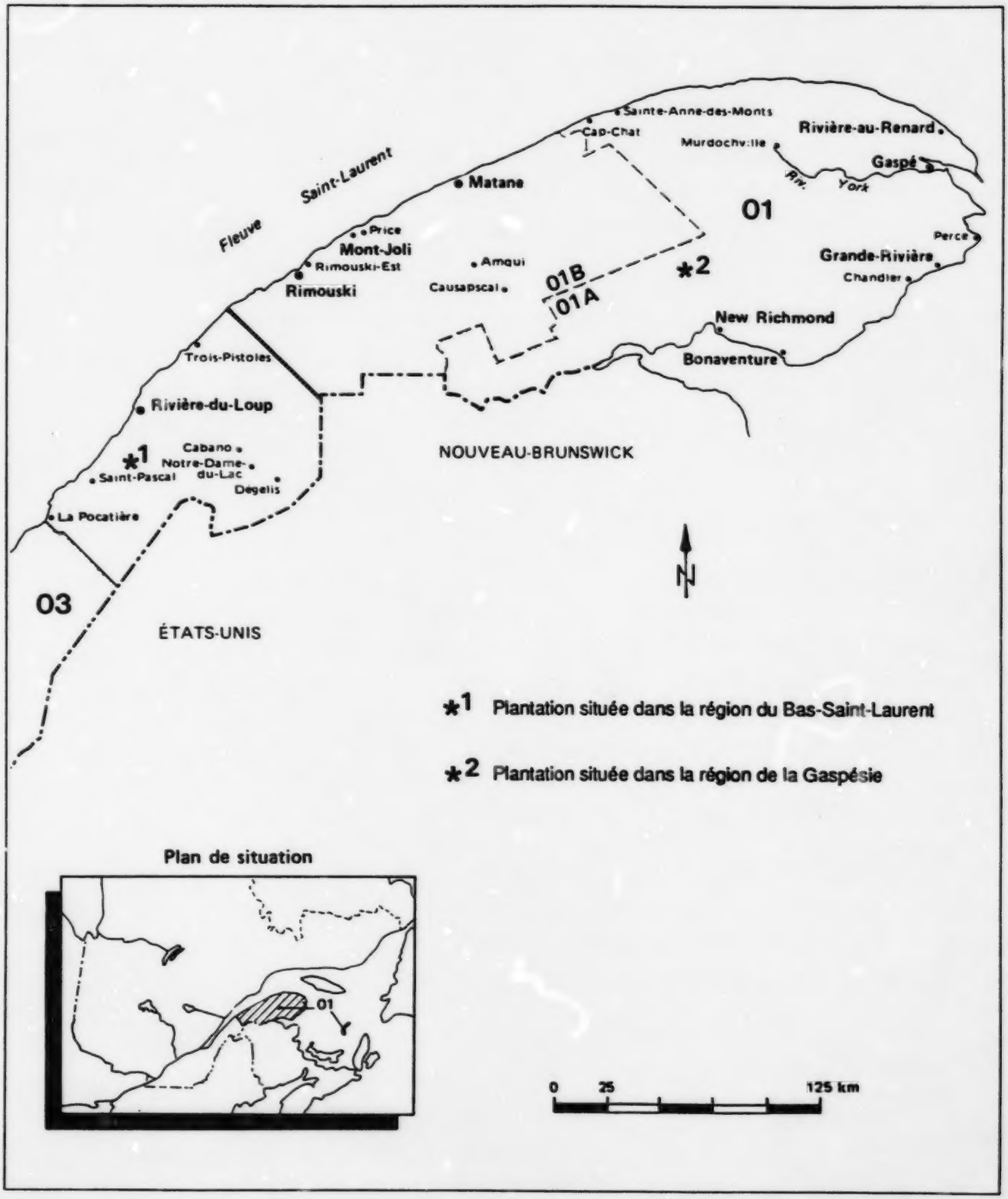


Figure 2
Localisation des plantations

glyphosate avec la dose maximale permise (2 000 g/ha ou 6 l/ha) sur toute sa superficie ne laissant pas de secteur pouvant servir de peuplement témoin.

Pour l'ensemble de la région Bas Saint-Laurent toutes les plantations âgées de plus de cinq ans sont situées loin des habitations ou des cours d'eau, et ainsi elles ont toutes été traitées avec phytocides et/ou ont subi un traitement mécanique. Aucune plantation ne peut donc servir de peuplement témoin. Toutefois, un secteur à proximité de la plantation traitée au glyphosate a aussi subi une coupe totale au cours des années '75, '76et '77 mais a été laisséPar la suite à la régénération naturelle. Nous jugeons que se secteur peut servir de site témoin car après la reconnaissance sur le terrain, nous avons retrouvéune diversité et une structure végétales semblables d'après nous à celles qui pourraient apparaître sur une plantation non traitée de cette région. L'altitude moyenne de ce secteur est de 380 m.

3.2 RÉGION GASPÉSIE

La seconde plantation à l'étude est située à l'intérieur de la péninsule gaspésienne dans le canton Marcil à environ 40 km au nord de New Richmond (48°26'00" N, 65°56'00" O), soit à 100 km plus au nord que le secteur d'étude du Bas Saint-Laurent. L'altitude moyenne est de 450 m; le peuplement forestier est dominé par la pessière noire.

Une coupe totale a été pratiquée en 1974, suivie en 1976 d'une plantation sur 208 hectares de jeunes plants d'épinette noire âgés de deux et trois ans. Un traitement aérien avec phénoxys (2,4-D, 2,4-DP) employé à une concentration de 8,6 l/ha a eu lieu en 1979. Plusieurs secteurs de cette plantation n'ont pas été traités et ont servi de sites témoins. Le tableau 1 résume les pratiques sylvicoles des peuplements sous étude.

TABLEAU 1: HISTORIQUE DES TRAITEMENTS SYLVICOLES RÉALISÉS SUR LES PEUPLEMENTS À L'ÉTUDE ET ÂGE MOYEN DES ÉPINETTES

	RÉGION			
	Bas Saint-Laurent		Gaspésie	
Années de la coupe totale	1975 - 1976 - 1977		1974	
Année de la plantation	1980	-	1976	
Âge moyen des épinettes lors de la plantation	3 ans	4 ans	3 ans	3 ans
Année de l'entretien avec phytocide	1981	-	1979	-
Peuplements à l'étude	Plantation traitée avec glyphosate	Régénération naturelle	Plantation traitée avec phénoxy	Plantation non traitée
Âge moyen des épinettes à l'été 1988	11 ans	12 ans	15 ans	15 ans

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 ÉCHANTILLONNAGE

4.1.1 Caractérisation de la végétation

Pour chacun des points d'écoute (voir section 4.1.2), un échantillonnage de la végétation a été effectué à la fin juillet. La surface inventoriée a été de 10 m par 10 m. Toutefois, si dans

un rayon de 50 m autour du point d'écoute un changement dans la structure ou la composition végétale apparaissait, un nouveau quadrat de 100 m^2 y était effectué.

Pour chaque quadrat, plusieurs données ont été prises:

- la stratification présente selon l'échelle légèrement modifiée de Payette et Gauthier (1972): arborescente basse (Ab): 5 - 10 m; arbustive haute (ah): 2,5 - 5 m; arbustive basse (ab): 0 - 2,5 m; herbacée haute (hh): > 0,6 m; herbacée basse (hb): 0 - 0,6 m et strate muscinale;

- le recouvrement des espèces dominantes et sous-dominantes dans chaque strate suivant l'échelle modifiée de Braun-Blanquet (1932): +: rare; 1: 0 - 5%; 2: 6 - 25%; 3: 26 - 50%; 4: 51 - 75% et 5: 76 à 100%;

- le recouvrement global de chaque strate;

- le pourcentage de recouvrement global des conifères par rapport aux décidus (RC) pour chaque strate et pour le quadrat en général. Cette estimation s'est réalisée de la manière suivante:

$$RC = \frac{\text{recouvrement des conifères}}{\text{recouvrement (conifères + décidus)}} \times 100$$

- le nombre de souches et de troncs morts debout;

- l'ouverture ou dégagement de la végétation selon l'échelle établie par le Laboratoire de biologie statistique et d'ornithologie de l'Université du Québec à Montréal: 0: ouvert; 1: > 100 m; 2: 50 à 100 m; 3: 20 à 50 m; 4: 8 à 20 m; 5: 2,5 à 8 m et 6: < 2,5 m;

- la pente: 1: 0 - 5°; 2: 6 - 10°; 3: 11 - 15°; 4: 16 - 30° et 5: 31 - 45 °;

- le drainage: 1: rapide à bon; 2: modéré à imparfait et 3: mauvais à très mauvais;

- le type de dépôt: 1: till, 2: moraine; 3: sable; 4: tourbe et 5: affleurement rocheux.

De plus, à chaque point d'écoute, nous avons réalisé la méthode des carrés centrés sur le point (Cottam & Curtis, 1956). Ceci consiste à se figurer quatre quadrats autour d'un point-centre. Dans chacun des quadrats l'arbre situé le plus près du point-centre est identifié, sa distance au point mesurée et sa hauteur évaluée. Le diamètre à hauteur de 1 m a été mesuré. Deux points-centres ont été positionnés à l'intérieur du quadrat.

4.1.2 Dénombrement des oiseaux

Nous avons effectué l'inventaire de l'avifaune en utilisant la méthode des IPA (indice ponctuel d'abondance) (Blondel et al., 1973). Cette méthode consiste à rester immobile à un point d'écoute pendant 20 minutes tout en notant les contacts visuels et auditifs avec les oiseaux dans un rayon de 50 m (0,785 ha). Un délai de cinq minutes sépare l'arrivée de l'observateur du début du dénombrement afin de diminuer les effets de son arrivée et de sa présence sur l'avifaune. La technique des IPA permet d'évaluer le nombre de mâles occupant un territoire aux alentours du point d'écoute. Un IPA équivaut à un couple nicheur. Ainsi, un mâle chanteur, un oiseau bâtissant son nid, un nid ou un groupe familial compte pour un couple nicheur; un oiseau vu ou entendu criant vaut 1/2 couple nicheur.

Pour chaque point d'écoute, trois relevés ont été effectués tôt le matin soit à l'intérieur des quatre heures suivant le lever du soleil, puis un en fin de journée, afin de recenser l'ensemble des espèces d'oiseaux nicheurs. Pour éviter de recompter les mêmes individus durant la période de 20 minutes, la position et le déplacement de chaque oiseau ainsi que les doubles contacts ont été cartographiés.

À l'intérieur de chacun des quatre peuplements forestiers retenus à l'étude, 20 points d'écoute ont été visités durant la période de nidification des oiseaux forestiers soit du 10 juin au 7 juillet 1988. Les points d'écoute ont été positionnés à 75-100 m à l'intérieur des peuplements et à 100-200 m les uns des autres. Quatre observateurs ont participé à la collecte de données, et dans la mesure du possible, chacun des observateurs a effectué un des quatre relevés pour chaque point d'écoute. Pour des raisons logistiques, le plan d'échantillonnage n'a pas été effectué avec des stations distantes de plusieurs kilomètres. Cependant, nous jugeons que les résultats sont représentatifs de l'ensemble du territoire Bas Saint-Laurent - Gaspésie où la forêt coniférienne domine.

4.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

4.2.1 Peuplements végétaux

À partir des pourcentages de recouvrement des espèces végétales dominantes et sous-dominantes pour chacune des régions Bas Saint-Laurent et Gaspésie, une analyse de groupement a été réalisée à l'aide du programme Cluster Analysis du logiciel SPSS-X dans le but de regrouper les sites possédant une composition floristique semblable. De cette façon, les sites qui ne correspondent pas au traitement sylvicole approprié sont exclus des analyses subséquentes.

Pour chaque peuplement retenu par l'analyse de groupement, la diversité de la stratification (DS), ou "Foliage Height Diversity" de MacArthur and MacArthur (1961) a été calculée à l'aide de la formule de Shannon and Weaver (1963) modifiée par Lloyd et al. (1968):

$$DS = \frac{c}{n_i}\left\{N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i\right\}$$

où c égale 2,302585 en base e, n_i est le recouvrement global de la végétation dans la inième strate et N, la somme des recouvrements de chaque strate. La valeur médiane de chaque strate de recouvrement a été utilisée.

L'indice du recouvrement de la végétation (IRV), qui correspond au taux de recouvrement de Blondel et al. (1973) a aussi été évalué. Il est défini comme étant la somme des valeurs de recouvrement de chaque strate à l'exception des strates herbacées et muscinales.

Pour chacune des variables de la végétation et du milieu, nous avons procédé à une comparaison de moyennes à l'aide du test T de Student entre les peuplements forestiers traités avec phytocides et ceux non traités.

4.2.2 Communautés aviennes

Pour déterminer le nombre réel d'individus présents dans la région périphérique de chaque point d'écoute, toutes les positions, les déplacements de chaque oiseau ainsi que les

doubles contacts ont été décalqués sur une nouvelle carte et ceci pour chacune des espèces; les groupements de points correspondant à des territoires ont ensuite été encerclés grossièrement.

Pour chacun des peuplements issus de l'analyse de groupement, la diversité avienne (DA) a été calculée par la même formule que celle utilisée pour le calcul de la diversité de la stratification où n_i égale cette fois le nombre total de territoires pour chaque point d'écoute.

À l'intérieur de chaque peuplement végétal, nous avons calculé un indice de constance (c) pour chacune des espèces présentes:

$$c = \frac{P \times 100}{N}$$

où P est le nombre de points d'écoute où est présente l'espèce considérée et N, le nombre total de points d'écoute dans chaque peuplement. Les espèces ayant un indice de constance supérieur à 50% sont dites espèces constantes, entre 50 et 25% elles sont accessoires, et lorsque l'indice est égal ou inférieur à 25%, ces espèces sont considérées comme accidentelles. De plus, sont considérées comme caractéristiques les espèces constantes qui ne sont qu'accessoires, accidentelles ou absentes dans les autres peuplements (Guay, 1983).

L'indice de similarité de Sorensen (1948) (I_{S_s}) a été calculé selon la formule suivante:

$$I_{S_s} = \frac{C}{1/2\,(A + B)} \times 100$$

où A est le nombre total d'espèces du peuplement traité, B, le nombre total d'espèces du peuplement témoin et C, le nombre d'espèces communes à l'intérieur des deux peuplements.

Nous avons aussi évalué l'indice de dominance de Simpson (1949) (c) selon la formule suivante:

$$C = \sum (n_i / N)^2$$

où n_i est l'importance numérique de la inième espèce et N, le nombre total d'individus. Cet indice reflète le degré auquel la majorité des individus d'une communauté se concentrent au niveau de quelques espèces très communes.

Des comparaisons de moyennes par le test T de Student ont été effectuées entre les peuplements traités et témoins pour les nombres moyens d'espèces et de couples par point d'écoute et pour les densités de chaque espèce avienne.

5. RÉSULTATS

5.1 DESCRIPTION DES PEUPLEMENTS VÉGÉTAUX

L'analyse de groupement a permis de conserver pour la région Bas Saint-Laurent, 17 points d'écoute dans le peuplement en régénération naturelle et 12 dans la plantation traitée au glyphosate. Les huit points d'écoute exclus des comparaisons impliquant ce peuplement possèdent une composition floristique qui ressemble davantage à celle du peuplement en régénération naturelle et pourraient bien ne pas avoir été traités aux phytocides.

Dans le région Gaspésie, 20 points d'écoute ont été retenus pour la plantation traitée aux phénoxys et 10 pour la plantation non traitée. Pour ce dernier peuplement quelques-uns des points d'écoute se sont avérés être situés sur d'anciennes jetées qui correspondent aux sites d'entreposage des billots de bois lors de la coupe. Cet entreposage a provoqué une perte d'humus et par conséquent une régénération végétale très pauvre. Les points d'écoute situés sur ces jetées n'ont pas été conservés à cause de la faible végétation mais aussi parce que la superficie de ces jetées est petite et que l'effet lisière devient trop important. De plus, les jetées ne représentent en général qu'un faible pourcentage de l'étendue des coupes à blanc. Ces résultats sont présentés en annexe.

La description des peuplements forestiers qui suit est basée sur la composition floristique (tableau 2) ainsi que sur les recouvrements de la végétation et les caractéristiques du milieu (tableau 3). À partir de ces données nous avons reproduit de façon schématique la physionomie de la végétation des quatre peuplements (figures 3 et 4).

5.1.1 Plantation traitée au glyphosate (région Bas Saint-Laurent)

Dans la plantation du Bas Saint-Laurent, après sept années de croissance suite à l'entretien au glyphosate, on retrouve une arbustaie haute dominée par le sapin baumier accompagné de l'épinette noire (âgée d'environ 11 ans et provenant de la plantation). Les rares arbres présents sont représentés par le peuplier faux-tremble et le sapin baumier.

Dans les strates arbustives, on remarque quelques bouleaux à papier et peupliers faux-tremble. Les herbacées hautes possèdent un fort recouvrement (46%) et sont dominées par l'épilobe à feuilles étroites.

Ce peuplement occupe en général un terrain plat où le drainage est très rapide. Sur le sol on retrouve des roches recouvertes de mousses et de lichens, quelques troncs pourris et de vieilles souches indiquant qu'il y a déjà eu exploitation forestière.

5.1.2 Peuplement en régénération naturelle (région Bas Saint-Laurent)

Le peuplement en régénération naturelle forme une basse arbustaie possédant une strate arborescente à peine plus développée que dans la plantation. Les strates arbustives sont composées d'une flore diversifiée: bouleau à papier, sapin baumier, saule sp. et peuplier faux-tremble; les épinettes sont très rares. Les herbacées hautes et basses sont nombreuses: épilobe à feuilles étroites, cornouiller du Canada, aster à grandes feuilles. On note un grand nombre de troncs morts debouts et couchés de même que plusieurs souches.

Ce peuplement est situé sur un terrain où la pente est nulle et où le drainage est normal bien qu'à deux points d'écoute il soit imparfait.

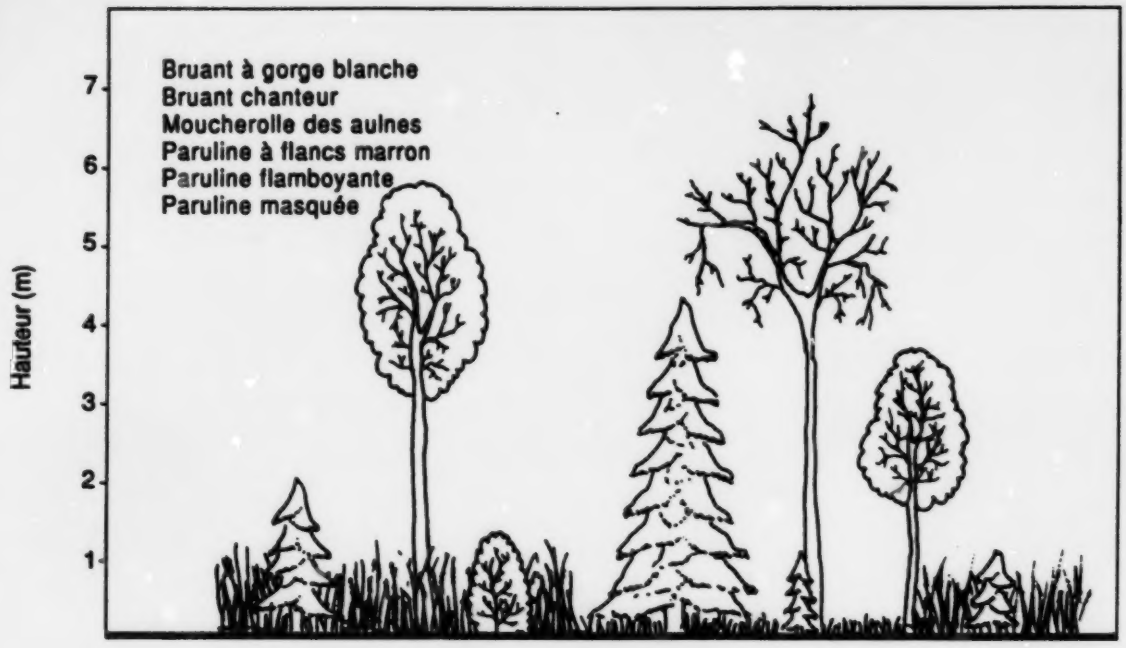
TABLEAU 2: ESPÈCES VÉGÉTALES DOMINANTES ET SOUS-DOMINANTES DES QUATRE PEUPLEMENTS ÉTUDIÉS

	RÉGION			
	Bas Saint-Laurent		Gaspésie	
Strates végétales	Plantation traitée au glyphosate	Peuplement en régénération naturelle	Plantation traitée aux phénoxys	Plantation non traitée
Arborescente basse (Ab)				
espèces dominantes	Populus tremuloides	Populus tremuloides	Abies balsamea	Betula papyrifera
espèces sous-dominantes	Abies balsamea	-	Picea mariana	Prunus pensylvanica
Arbustive haute (ah)				
espèces dominantes	Abies balsamea	Betula papyrifera	Picea mariana	Prunus pensylvanica
espèces sous-dominantes	Picea mariana	Populus tremuloides	Abies balsamea	Betula papyrifera
Arbustive basse (ab)				
espèces dominantes	Picea mariana	Abies balsamea	Picea mariana	Ribes glandulosum
espèces sous-dominantes	Abies balsamea Rubus ideaus	Salix sp. Rubus ideaus	Rubus idaeus	Rubus idaeus
Herbacée haute (Hh)				
espèces dominantes	Epilobium angustifolium	Epilobium angustifolium	Epilobium angustifolium	Epilobium angustifolium
espèces sous-dominantes	Hieracium pratense	-	-	-
Herbacée basse (Hb)				
espèces dominantes	Cornus canadensis	Aster macrophyllus	Cornus canadensis	Cornus canadensis
espèces sous-dominantes	Aster macrophyllus	Cornus canadensis	Anaphalis margaritacea	-

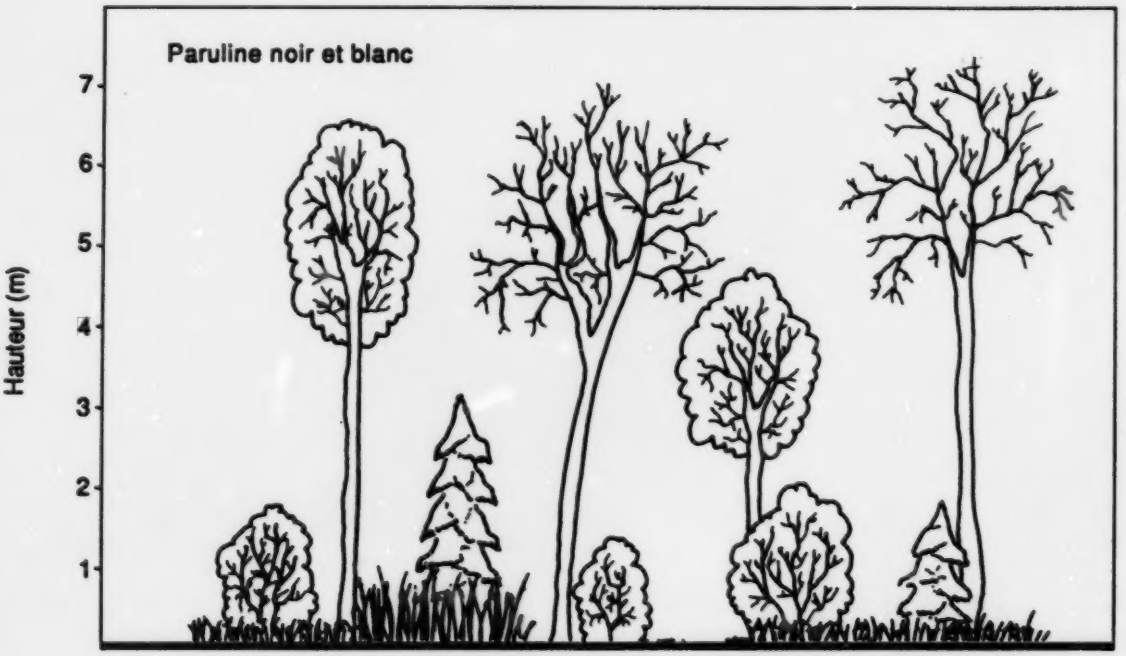
TABLEAU 3: DONNÉES SUR LA VÉGÉTATION ET LE MILIEU

	RÉGION							
	Bas Saint-Laurent				Gaspésie			
	Plantation traitée au glyphosate		Peuplement en régénération naturelle		Plantation traitée aux phénoxys		Plantation non traitée	
	N = 12		N = 17		N = 20		N = 10	
	x	(Sx)	x	(Sx)	x	(Sx)	x	(Sx)
Recouvrement (%) des strates:								
• muscinale	3,13	(3,04)	5,62	(5,32)	35,78	(31,21)	23,85	(34,0)
• herbacée basse	36,79	(32,81)	43,12	(25,21)	17,08	(23,83)	20,1	(35,88)
• herbacée haute	46,25	(19,62)	14,24	(14,38)***	27,7	(28,05)	9,45	(11,49)
• arbustive basse	11,67	(2,89)	27,47	(15,7)**	28,2	(25,1)	15,1	(20.09)
• arbustive haute	20,58	(19,11)	14,65	(11,92)	12,3	(2,85)	62,75	(35,56)***
• arborescente basse	2,63	(4,71)	6,06	(5,61)	2,03	(4,57)	25,0	(38,89)*
RC	54,76	(26,67)	17,68	(25,01)***	80,67	(8,76)	2,1	(0,9)***
AC	12,58	(29,72)	11,88	(20,29)	38,15	(43,6)	0,25	(2,61)*
ahC	56,54	(26,37)	13,38	(20,49)***	73,97	(23,83)	9,55	(27,42)***
abC	64,96	(16,53)	25,71	(29,22)***	71,4	(16,7)	42,0	(33,12)**
hauteur moyenne des arbres (m)	2,94	(1,76)	3,7	(2,96)	4,15	(2,33)	3,18	(2,04)
hauteur moyenne des épinettes (m)	3,01	(2,14)	1,87	(2,25)	3,88	(2,27)	0,89	(0,46)
diamètres à hauteur de 1 m des arbres (cm)	2,43	(1,34)	2,67	(1,92)	3,13	(1,95)	2,68	(1,47)
diamètres à hauteur de 1m des épinettes (cm)	2,06	(1,21)	1,00	(0,46)	3,33	(1,81)	1,55	(1,21)
distance entre les arbres (m)	1,74	(0,32)	1,21	(1,34)	1,71	(1,65)	0,85	(0,75)
distance entre les épinettes (m)	2,02	(1,12)	2,25	(1,89)	2,11	(1,39)	0,96	(0,87)
dégagement (m)	26,25	(10,81)	17,09	(12,51)	25,62	(16,45)	12,25	(3,69)*
n. troncs morts debout	1,08	(1,51)	3,69	(3.30)*	0,05	(0,22)	0,00	(0,00)
IRV	35		48		42		101	
DS	1,43		2,52		1,43		1,60	
pente (en degrés)	3,25	(3,74)	0,00	(0,00)	3,36	(2,73)	14,32	(9,68)
drainage	très sec		sec à normal		très sec		très sec	

RC: Pourcentage de recouvrement des conifères,
AC: Pourcentage de recouvrement des arborescents bas conifériens,
ahC: Pourcentage de recouvrement des arbustifs hauts conifériens,
abC: Pourcentage de recouvrement des arbustifs bas conifériens,
IRV: Indice du recouvrement de la végétation selon Blondel et al. (1973),
DS: Diversité de la stratification selon Shannon & Weaver (1963),
*** P < 0,001, test T de Student,
** P < 0,001,
* P < 0,05.



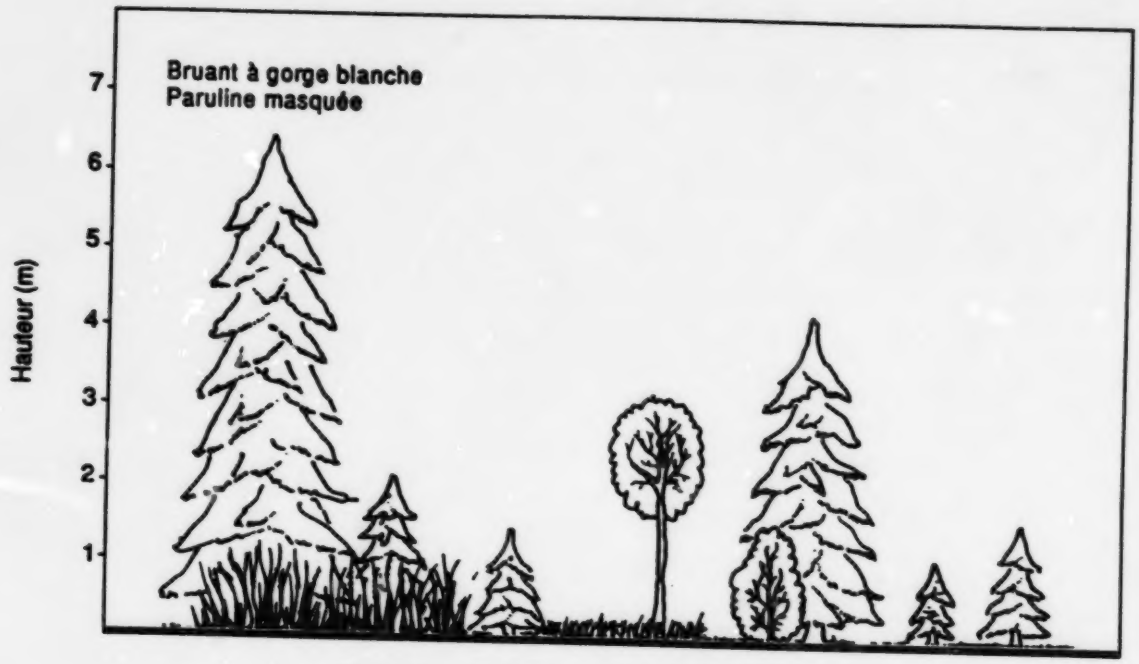
Plantation traitée au glyphosate (Bas-Saint-Laurent)



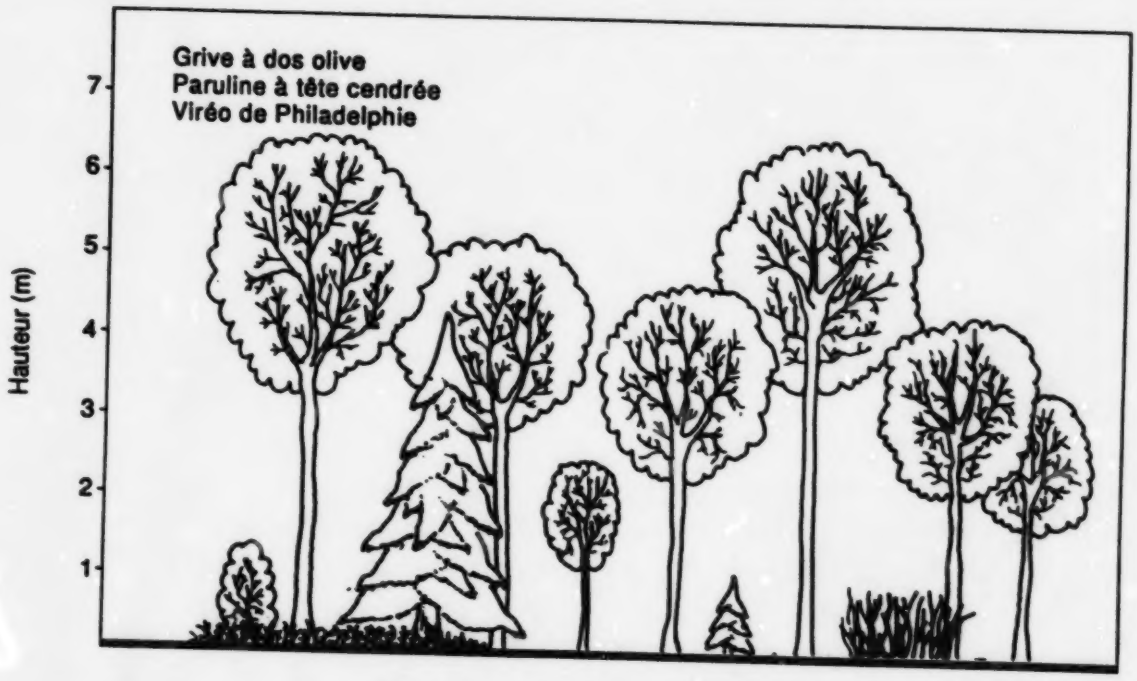
Peuplement en regénération naturelle (Bas-Saint-Laurent)

Figure 3

Physionomie des peuplements végétaux associée aux espèces aviennes caractéristiques ou constantes dont la densité est significativement différente ($p < 0.05$) d'un peuplement traité par rapport au peuplement non traité.



Plantation traitée aux phénoxys (Gaspésie)



Plantation non traitée (Gaspésie)

Figure 4

Physionomie des peuplements végétaux associée aux espèces aviennes caractéristiques ou constantes dont la densité est significativement différente ($p < 0.05$) d'un peuplement traité par rapport au peuplement non traité.

5.1.3 Plantation traitée aux phénoxys (région Gaspésie)

Dans la région Gaspésie, la plantation traitée avec phénoxys il y a neuf ans est représentée par une basse arbustaie dominée par l'épinette noire (âgée d'une quinzaine d'années) et le sapin baumier. Les essences feuillues bien que rares sont le bouleau à papier et le peuplier faux-tremble. Les herbacées sont moins abondantes que dans la plantation du Bas Saint-Laurent et on note la présence des immortelles. Les mousses sont particulièrement fréquentes dans ce peuplement (36%).

Ce peuplement est situé sur un terrain plat et sur le flanc ouest d'une montagne. Le drainage est plutôt rapide.

5.1.4 Plantation non traitée (région Gaspésie)

La plantation témoin de la région Gaspésie est une basse arboraie dominée par le bouleau à papier et le cerisier de Pennsylvanie. Uniquement 2 % du recouvrement total des espèces ligneuses est occupé par des conifères. Un fort taux de mortalité est apparu chez les épinettes plantées et celles qui survivent sont rabougries.

Les strates arbustives basse et herbacée haute possèdent de faibles pourcentages de recouvrement soit respectivement 15% et 9%, à l'inverse des strates arbustive haute (63%) et arborescente basse (25%). Ainsi la formation végétale a une voûte foliacée dense avec un sous-bois assez dégagé. Les mousses occupent les dépressions humides tandis que les feuilles mortes recouvrent le sol. Ce peuplement se retrouve sur un terrain où la pente est faible.

Les points d'écoute situés sur d'anciennes jetées à l'intérieur de la plantation non traitée sont représentés par une basse arbustaie très dense, où les essences décidues dominent. La végétation se distribue uniquement au niveau de trois strates végétales provoquant une diversité de la stratification très faible.

5.2 COMPARAISON DES PEUPLEMENTS VÉGÉTAUX

5.2.1 Région Bas Saint-Laurent

Si on compare les deux peuplements forestiers de la région Bas Saint-Laurent, on remarque que la plantation ayant subi un traitement avec phytocides possède pour la majorité des strates végétales, des pourcentages de recouvrement inférieurs à ceux du peuplement en régénération naturelle et cela de façon hautement significative pour la strate arbustive basse ($p < 0,01$). Par contre les strates arbustive haute et herbacée haute montrent des recouvrements plus importants dans la plantation.

Le pourcentage de recouvrement global en conifères est plus grand de façon très hautement significative dans la plantation. Cette différence est principalement évidente dans les strates arbustives. On note un nombre plus élevé de troncs morts debouts ($p < 0,05$) dans la régénération naturelle car il n'y a pas eu de préparation de terrain comme dans le cas de la plantation. Les arbres sont plus hauts dans le peuplement en régénération naturelle que dans la plantation traitée (3,70 m vs 2,94 m). Cette différence est pourtant non significative statistiquement. La distance séparant les arbres est plus petite dans la régénération naturelle que dans la plantation traitée (1,21 m vs 1,74 m). Le milieu est donc un peu plus fermé dans le peuplement en régénération naturelle comme le confirme l'indice de dégagement.

La diversité de la stratification est plus grande dans le peuplement en régénération naturelle de même que l'indice de recouvrement de la végétation.

5.2.2 Région Gaspésie

Les différences entre les peuplements forestiers de la région Gaspésie sont plus marquées que celle du Bas Saint-Laurent. Le recouvrement global en conifères est beaucoup plus important là où il y a eu entretien avec phytocides (80% de recouvrement dans la plantation traitée vs 2% dans la non traitée), et cette différence se remarque à l'intérieur de toutes les strates ligneuses.

Dans le peuplement témoin les deux strates les plus élevées c'est-à-dire les strates arbustive haute et arborescente basse, sont significativement plus abondantes que dans la plantation traitée et selon l'indice de dégagement, le milieu est plus fermé.
Tout comme dans le cas de la région Bas Saint-Laurent, l'indice de recouvrement de la végétation et l'indice de diversité de la stratification sont supérieurs dans le peuplement témoin.

5.3 DESCRIPTION DES COMMUNAUTÉS AVIENNES

Dans la région Bas Saint-Laurent, 26 espèces aviennes ont été rencontrées à l'intérieur de la plantation traitée et 28 dans le peuplement en régénération naturelle, tandis que dans la région Gaspésie on a recensé 26 espèces dans la plantation traitée et uniquement 17 à l'intérieur de la plantation non traitée. Notons que certaines espèces n'ont pas été retenues: il s'agit de la Bécassine des marais, du Gros bec errant, du Jaseur des cèdres, de l'Hirondelle bicolore, du Geai bleu et du Chardonneret jaune qui ne défendent pas, à proprement parler, de territoire à l'endroit de nos points d'écoute.

Aux tableaux 4 et 5, les espèces considérées ont été regroupées en espèces caractéristiques, constantes, accessoires ou accidentelles selon leur indice de constance respective. On oberve un plus grand nombre d'espèces constantes et caractéristiques dans la région du Bas Saint-Laurent. Cette tendance semble refléter la théorie de l'insularité qui établit que le nombre d'espèces augmente en pénétrant à l'intérieur du continent (Mac Arthur et Wilson, 1967).

On remarque que certaines espèces (Grive fauve et Paruline à flancs marron) ont été inventoriées uniquement dans les peuplements du Bas Saint-Laurent. Par contre, des espèces nichant principalement dans les régions nordiques ont été inventoriées seulement en Gaspésie. Il s'agit du Bruant fauve, de la Grive à joues grises et de la Paruline rayée.

Les deux espèces caractéristiques de la plantation traitée du Bas Saint-Laurent (Bruant chanteur et Paruline flamboyante) se retrouvent généralement dans les secteurs clairs des forêts mixtes ou feuillus et dans les forêts en regain au niveau des buissons (Godfrey, 1986). La Paruline noir et blanc, espèce caractéristique de peuplement en régénération naturelle est une espèce souvent associée à la présence de troncs morts dans les forêts mixtes ou feuillues.

TABLEAU 4: ESPÈCES AVIENNES DE LA RÉGION BAS SAINT-LAURENT

	Espèces caractéristiques*	Espèces constantes*	Espèces accessoires*	Espèces accidentelles*
PLANTATION TRAITÉE AU GLYPHOSATE	Bruant chanteur Paruline flamboyante	Bruant à gorge blanche Moucherolle des aulnes Paruline à flancs marron Paruline à tête cendrée Paruline du Canada Paruline masquée	Grive fauve Merle d'Amérique Paruline à calotte noire Paruline à croupion jaune Paruline noir et blanc Quiscale rouilleux Viréo de Philadelphie	Bruant de Lincoln Carouge à épaulettes Grive solitaire Junco ardoisé Moucherolle à ventre jaune Paruline des ruisseaux Paruline jaune Paruline obscure Paruline triste Pic flamboyant Troglodyte des forêts
PEUPLEMENT EN RÉGÉNÉRATION NATURELLE	Paruline noir et blanc	Bruant à gorge blanche Moucherolle des aulnes Paruline à flancs marron Paruline à tête cendrée Paruline du Canada Paruline masquée	Grive fauve Merle d'Amérique Moucherolle à ventre jaune Paruline à calotte noire Pic flamboyant Quiscale rouilleux Viréo de Philadelphie	Bruant chanteur Bruant de Lincoln Gélinotte huppée Grand Pic Grive solitaire Mésange à tête noire Paruline à croupion jaune Paruline à joues grises Paruline couronnée Paruline flamboyante Paruline obscure Roitelet à couronne rubis Sittelle à poitrine rousse Troglodyte des forêtes

* Espèces caractéristiques: espèces constantes qui ne sont qu'accessoires, accidentelles ou absentes dans les autres peuplements.
Espèces courantes: $C > 50\%$
Espèces accessoires: $50\% \geq C > 25\%$
Espèces accidentelles: $C \leq 25\%$
où C est l'indice de constance.

TABLEAU 5: ESPÈCES AVIENNES DE LA RÉGION GASPÉSIE

	Espèces caractéristiques*	Espèces constantes*	Espèces accessoires*	Espèces accidentelles*
PLANTATION TRAITÉE AUX PHÉNOXYS		Bruant à gorge blanche Paruline masquée Paruline rayée	Bruant de Lincoln Bruant fauve Junco ardoisé Paruline à calotte noire Paruline à tête cendrée	Gélinotte huppée Grive à dos olive Grive à joues grises Merle d'Amérique Mésange à tête brune Moucherolle à ventre jaune Moucherolle des aulnes Paruline à croupion jaune Paruline à joues grises Paruline du Canada Paruline flamboyante Paruline jaune Paruline noir et blanc Paruline obscure Paruline triste Pic flamboyant Quiscale rouilleux Viréo de Philadelphie
PLANTATION NON TRAITÉE	Bruant fauve Grive à dos olive Viréo de Philadelphie	Paruline à tête cendrée Paruline rayée	Gélinotte huppée Moucherolle à ventre jaune Paruline à calotte noire Paruline flamboyante Paruline noir et blanc Paruline obscure	Bruant à gorge blanche Colibri à gorge rubis Grive solitaire Mésange à tête brune Pic flamboyant Roitelet à couronne rubis

* Espèces caractéristiques: espèces constantes qui ne sont qu'accessoires, accidentelles ou absentes dans les autres peuplements.
Espèces courantes: $C > 50\%$
Espèces accessoires: $50\% \geq C > 25\%$
Espèces accidentelles: $C \leq 25\%$
où C est l'indice de constance.

Aucune espèce n'est caractéristique de la plantation traitée de la région Gaspésie alors que trois le sont pour la plantation non traitée. Bruant fauve, Grive à dos olive et Viréo de Philadelphie. Ces espèces se rencontrent généralement dans les secteurs en regain des brûlis et des buchers où les fourrés de feuillus sont abondants.

5.4 COMPARAISON DES COMMUNAUTÉS AVIENNES

Le tableau 6 montre les densités relatives de toutes les espèces aviennes ainsi que les indices de diversité avienne et de dominance à l'intérieur de chaque peuplement végétal. On y trouve aussi l'indice de similarité calculé entre le site traité et le site témoin pour chaque région à l'étude.

5.4.1 Région Bas Saint-Laurent

Les densités d'oiseaux nicheurs de la plantation traitée de la région Bas Saint-Laurent montrent des différences significatives par rapport au site en régénération naturelle pour plusieurs espèces. Ainsi, la Paruline à flancs marron, la Paruline flamboyante, la Paruline des ruisseaux, la Paruline triste, le Junco ardoisé, le Moucherolle des aulnes possèdent de façon significative ($p < 0,05$) des densités supérieures là où il y a eu traitement au glyphosate. Le Bruant à gorge blanche, le Bruant chanteur et la Paruline masquée vont jusqu'à montrer des densités plus élevées très hautement siginificatives ($p < 0,001$) sur les sites traités. Cependant une seule espèce affiche une différence négative significative, c'est-à-dire qu'elle est plus présente sur les sites en régénération naturelle: il s'agit de la Paruline noir et blanc.

Les nombres moyens d'espèces et de couples par point d'écoute sont plus élevés à l'intérieur de la plantation traitée. Dans le même sens, l'indice de diversité avienne affiche une valeur plus grande dans la plantation. L'indice de dominance est également plus élevé dans la plantation traitée, ce qui signifie que le partage des individus entre les différentes espèces y est plus équitable. L'indice de similitude de 76,4 % reflète la présence d'un nombre élevé d'espèces communes à l'intérieur des deux peuplements.

TABLEAU 6: DENSITÉS RELATIVES (IPA) ET DIVERSITÉS AVIENNES DES QUATRE PEUPLEMENTS ÉTUDIÉS

	RÉGION							
	Bas Saint-Laurent				Gaspésie			
ESPÈCES	Plantation traitée au glyphosate N = 12		Peuplement en régénération naturelle N = 17		Plantation traitée aux phénoxys N = 20		Plantation non traitée N = 10	
	x	(Sx)	x	(Sx)	x	(Sx)	x	(Sx)
Bruant à gorge blanche	1,83	(0,24)	1,00	(0,09)***	1,05	(0,15)	0,20	(0,13)***
Bruant chanteur	0,83	(0,21)	0,12	(0,08)***	-	-	-	-
Bruant Lincoln	0,33	(0,19)	0,12	(0,08)	0,65	(0,17)	-	-**
Bruant fauve	-	-	-	-	0,65	(0,15)	0,80	(0,20)
Carouge à épaulettes	0,08	(0,08)	-	-	-	-	-	-
Colibri à gorge rubis	-	-	-	-	-	-	0,10	(0,10)
Gélinotte huppée	-	-	0,12	(0,08)	0,05	(0,05)	0,40	(0,16)**
Grand Pic	-	-	0,18	(0,10)	-	-	-	-
Grive à dos olive	-	-	-	-	0,20	(0,12)	0,70	(0,15)**
Grive à joues grises	-	-	-	-	0,20	(0,09)	-	-
Grive fauve	0,50	(0,15)	0,41	(0,12)	-	-	-	-
Grive solitaire	0,17	(0,11)	0,24	(0,11)	-	-	0,20	(0,13)*
Junco ardoisé	0,17	(0,11)	-	-*	0,50	(0,12)	-	-**
Merle d'Amérique	0,33	(0,14)	0,35	(0,12)	0,15	(0,08)	-	-
Mésange à tête brune	-	-	-	-	0,05	(0,05)	0,10	(0,10)
Mésange à tête noire	-	-	0,18	(0,13)	-	-	-	-
Moucherolle à ventre jaune	0,08	(0,08)	0,29	(0,11)	0,15	(0,08)	0,30	(0,15)
Moucherolle des aulnes	1,50	(0,29)	0,94	(0,10)*	0,30	(0,13)	-	-
Paruline à calotte noire	0,50	(0,15)	0,41	(0,12)	0,35	(0,11)	0,40	(0,16)
Paruline à croupion jaune	0,50	(0,23)	0,18	(0,10)	0,25	(0,10)	-	-*
Paruline à flancs marron	1,17	(0,21)	0,71	(0,16)*	-	-	-	-
Paruline à joues grises	-	-	0,60	(0,60)	0,05	(0,05)	-	-
Paruline à tête cendrée	1,42	(0,23)	1,47	(0,13)	0,85	(0,22)	1,70	(0,26)*
Paruline couronnée	-	-	0,60	(0,60)	-	-	-	-
Paruline des ruisseaux	0,17	(0,11)	-	-*	-	-	-	-
Paruline du Canada	0,67	(0,19)	0,77	(0,14)	0,50	(0,05)	-	-
Paruline flamboyante	0,58	(0,15)	0,18	(0,10)*	0,10	(0,07)	0,50	(0,22)*
Paruline jaune	0,08	(0,08)	-	-	0,15	(0,11)	-	-
Paruline masquée	1,34	(0,15)	0,59	(0,12)***	1,00	(0,15)	-	-***
Paruline noir et blanc	0,33	(0,14)	0,77	(0,14)*	0,10	(0,07)	0,30	(0,15)
Paruline obscure	0,25	(0,13)	0,24	(0,11)	0,25	(0,10)	0,40	(0,16)
Paruline rayée	-	-	-	-	1,45	(0,15)	1,20	(0,20)
Paruline triste	0,17	(0,11)	-	-*	0,10	(0,07)	-	-
Pic flamboyant	0,33	(0,19)	0,41	(0,12)	0,10	(0,07)	0,10	(0,10)
Quiscale rouilleux	0,41	(0,15)	0,35	(0,12)	0,15	(0,15)	-	-
Roitelet à couronne rubis	-	-	0,06	(0,06)	-	-	0,20	(0,13)*
Sittelle à poitrine rousse	-	-	0,12	(0,08)	-	-	-	-
Troglodyte des forêts	0,08	(0,08)	0,12	(0,08)	-	-	-	-
Viréo de Philadelphie	0,58	(0,19)	0,35	(0,12)	0,05	(0,05)	0,90	(0,10)***
Variété	26		28		26		17	
N. d'espèces/point d'écoute	11,67	(2,51)	8,80	(1,67)***	7,35	(2,08)	7,30	(1,10)
N. de couples/point d'écoute	15,00	(2,51)	11,24	(2,98)**	9,25	(3,36)	8,60	(1,43)
DA	3,05		2,87		2,83		2,55	
C	0,712		0,613		0,786		0,977	
ISs	76,4%				66,7%			

DA: Diversité avienne selon Shannon & Weaver (1963),
C: Dominance selon Simpson (1949),
ISs: Similarité selon Sorensen (1948),
***: P < 0,001, test T de Student,
**: P < 0,01,
*: P < 0,05.

5.4.2 Région Gaspésie

Des différences dans la composition avienne apparaissent entre les deux plantations de la région Gaspésie. Cinq (5) espèces ont des densités supérieures sur les sites traités avec phénoxys ($p < 0,05$). Ce sont le Bruant à gorge blanche, le Bruant de Lincoln, le Junco ardoisé, la Paruline à croupion jaune et la Paruline masquée. Par contre six espèces montent des différences négatives significatives en étant moins abondantes voire même absentes à l'intérieur de la plantation traitée: Gélinotte huppée, Grive à dos olive, Grive solitaire, Paruline flamboyante, Paruline à tête cendrée, Roitelet à couronne rubis et Viréo de Philadelphie.

À l'intérieur des deux peuplements forestiers, le nombre moyen d'espèces aviennes par point d'écoute est sensiblement pareil tandis que le nombre moyen de couples par point d'écoute ainsi que la diversité sont supérieurs dans la plantation ayant subi un entretien aux phénoxys. L'indice de dominance est moins élevé sur les sites traités, indiquant un partage moins égal des individus entre les différentes espèces de ces sites. Le nombre d'espèces communes des deux peuplements donne un indice de similitude de 66,7%.

Les résultats ornithologiques pour les points d'écoute situés sur d'anciennes jetées à l'intérieur de la plantation non traitée se trouvent en annexe. La variété d'espèces qu'on note dans ce milieu est la plus faible de tous les peuplements étudiés, de même que les densités de couples et d'espèces. Tout ceci produit une diversité avienne très peu élevée. Les facteurs responsables de ces données ornithologiques sont la faible diversité de la stratification végétale ainsi que l'absence de conifères.

6. DISCUSSION

6.1 CONSIDÉRATIONS BOTANIQUES

Après sept années de croissance suite à l'épandage de phytocides, on obtient pour la région Bas Saint-Laurent un boisé mixte (RC= 55%) où s'entremêlent le sapin baumier, l'épinette noire, le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier. Après neuf années de croissance pour la région Gaspésie, on note un recouvrement en conifères encore plus élevé (RC= 81%), celui-ci étant quelque peu intermédiaire entre celui d'un boisé franchement conifèrien et celui

des boisés mixtes. Devant ces résultats, nous pouvons supposer que ces plantations évoluent vers des boisés strictement conifériens.

Toutefois, en comparant uniquement les deux peuplements de la région Bas Saint-Laurent où l'on obtient à l'intérieur de la plantation traitée aux phytocides un recouvrement en conifères supérieur à celui du peuplement en régénération naturelle, on pourrait croire que cette différence résulte du reboisement et non pas du traitement avec phytocides. Cependant, en observant les résultats des plantations traitée et non traitée de la Gaspésie, on remarque aussi un plus grand recouvrement en conifères dans le peuplement traité, nous permettant ainsi de déclarer que l'utilisation de phytocides élève le couvert de conifères.

En regroupant les strates herbacées ensemble, de même que les strates arbustives, on remarque que les herbacées sont plus abondantes dans les peuplements traités versus les sites témoins, tandis que les strates ligneuses ont des recouvrements supérieurs dans les milieux non traités. Ceci explique les valeurs de dégagement qui sont plus élevées dans les plantations traitées. Ainsi, la plus grande ouverture des peuplements traités permet un établissement plus important d'herbacées tandis que l'ouverture beaucoup plus faible de la plantation non traitée a provoqué l'étouffement des plants d'épinette. C'est d'ailleurs avec difficulté que ceux-ci sont retracés tant le taux de mortalité est élevé.

Ces changements de la végétation provoqués par l'utilisation de phytocides réduisent la diversité de la stratification et l'indice de recouvrement de la végétation sur les sites traités. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Morrison & Meslow (1984a, b), MacKinnon & Freedman (en préparation) et Lund-Hoie & Gronvold (1987) qui ont étudié les effets à court terme (de un à quatre ans après traitement avec phytocides).

6.2 CONSIDÉRATIONS ORNITHOLOGIQUES

Les résultats de notre étude démontrent que les modifications des habitats provoquent des changements significatifs aux communautés aviennes: le nombre d'espèces aviennes et de couples ainsi que la diversité avienne sont plus élevés là où il y a eu traitement avec phytocides. De plus, on constate que la diversité avienne est reliée au pourcentage de recouvrement en conifères. Cette diversité diminue d'un peuplement mixte vers le milieu conifèrien ou vers le milieu feuillu. Une forêt mixte fournirait plus d'habitats à cause de la présence à la fois de conifères et de décidus. Les oiseaux préférant une forêt conifèrienne

peuvent nicher dans une forêt mixte au même titre que les oiseaux préférant les décidus (Des Granges, 1980; Ménard et al., 1982).

Ainsi, dans le milieu mixte (plantation traitée au glyphosate en 1981, Bas Saint-Laurent), on note la plus grande diversité avienne, alors que dans le milieu strictement décidu (plantation non traitée, Gaspésie), on observe la diversité la plus faible. Dans le milieu intermédiaire entre le peuplement mixte et le peuplement décidu (peuplement en régénération naturelle, Bas Saint-Laurent), de même que dans le peuplement intermédiaire entre le peuplement mixte et le peuplement coniférien (plantation traitée en 1979, Gaspésie), les diversités sont moyennes.

La majorité des espèces d'oiseaux nicheurs ont des densités supérieures sur les sites traités, même que certaines espèces ont été inventoriées uniquement sur ces sites. Parmi les espèces qui affectionnent de façon significative les plantations traitées, on retrouve le Bruant à gorge blanche, le Bruant chanteur, le Bruant de Lincoln, le Junco ardoisé, le Moucherolle des aulnes, la Paruline à croupion jaune, la Paruline à flancs marron, la Paruline des ruisseaux, la Paruline flamboyante, la Paruline masquée et la Paruline triste. Ces espèces sont caractéristiques pour la plupart des boisés en regain relativement clairs, où l'on observe des buissons d'aulnes et de saules accompagnés de quelques massifs de grands arbustes feuillus (Godfrey, 1986). Le Bruant à gorge blanche et le Junco ardoisé préfèrent cependant les bords buissonnants des forêts surtout coniférienes ou mixtes (Godfrey, 1986). Le traitement avec phytocide favorise ce type d'habitat en gardant le milieu plus ouvert, avec la présence à la fois de conifères et de buissons clairsemés.

Par contre, pour certaines espèces d'oiseaux nicheurs, l'utilisation de phytocides entraîne une baisse de densité allant jusqu'à leur absence. Dans la région Bas Saint-Laurent, uniquement la Paruline noir et blanc a montré une diminution significative de sa densité. Nous croyons que ceci est dû à la préparation de terrain (scarification) effectué avant le reboisement qui a provoqué une présence moins nombreuse de troncs morts, ceux-ci formant la principale niche stratigraphique d'alimentation de cette espèce (Des Grandes, 1980).

Par ailleurs, le traitement avec phytocides dans la région Gaspésie a provoqué la chute de densité pour plusieurs espèces dont la Gélinotte huppée, la Grive à dos olive, la Grive solitaire, la Paruline à tête cendrée, la Paruline flamboyante, le Roitelet à coronne rubis, et le Viréo de Philadelphie. Toutes ces espèces préfèrent les milieux où les strates sont élevées à

l'intérieur des forêts mixtes ou feuillues (Godfrey, 1986). La plantation non traitée répond à ces préférences car on y retrouve les strates arbustive haute et arborescente basse possédant les recouvrements les plus importants, soit respectivement 63% et 25%.

Il est cependant étrange de constater que la Paruline flamboyante et le Viréo de Philadelphie possèdent des densités plus élevées sur les sites traités dans la région Bas Saint-Laurent, tandis que dans la région Gaspésie, les densités dans la plantation traitée sont significativement plus faibles. D'après nos résultats, l'abondance de ces espèces semble être reliée positivement au recouvrement total de la strate arbustive haute, celle-ci étant plus développée dans la plantation traitée du Bas Saint-Laurent et dans le peuplement témoin de la Gaspésie.

L'indice de dominance n'est pas touché de la même façon par le traitement avec phytocide dans les deux régions à l'étude. Il faut mentionner ici qu'au départ les milieux témoins pour chaque région sont très différents l'un de l'autre. L'indice de dominance le plus élevé se retrouve dans la plantation non traitée (Gaspésie) et s'explique par la faible variété d'espèces aviennes qu'on y note (17). Par contre, l'indice le plus élevé est remarqué là où la variété est la plus forte soit dans le peuplement en régénération naturelle (Bas Saint-Laurent). Les deux plantations traitées présentent des indices de dominance intermédiaires.

L'indice de similarité pour les deux peuplements du Bas Saint-Laurent indique un pourcentage plus grand que celui de la région Gaspésie, soit respectivement 76,4% et 66,7%. Les peuplements du Bas Saint-Laurent se ressemblent davantage par leur physionomie végétale, leur recouvrement en conifères et les indices de recouvrement de la végétation, provoquant une différence moins grande dans la variété, densité et diversité aviennes. Cette ressemblance peut être expliquée en partie par le fait que le milieu de référence (site témoin) n'est pas une plantation non traitée mais plutôt un peuplement qui se regénère naturellement. De plus, le traitement avec phytocides est un peu plus récent au Bas Saint-Laurent (sept ans) tandis qu'en Gaspésie où l'épandage d'herbicides date de neuf ans, les deux milieux ont subi une scarification et la régénération végétale a repris très rapidement. Des différences importantes se font maintenant remarquer particulièrement dans le couvert en conifères et le dégagement (ouverture) du milieu. Ces modifications provoquent des différences plus marquées dans la composition des communautés aviennes.

Les résultats de notre étude sont différents de ceux obtenus dans les études portant sur les effets à court terme de l'utilisation de phytocides. À l'inverse de nos données, la plupart des

auteurs rapportent une réduction plus ou moins modérée de l'abondance et de la richesse des oiseaux nicheurs sur les sites traités aux phénoxys (2,4-D et 2,4,5-T) ou au glyphosate, un an après leur épandage. Ce changement devient beaucoup plus faible après deux ans, si bien que Beaver (1976) et Savidge (1978) ne remarquent plus de réduction deux à trois ans après le traitement. Ceci ne veut pas nécessairement dire qu'il n'y a pas de changement dans la composition des communautés aviennes. À cet effet, tout comme dans notre étude, Morrison & Meslow (1984b) rapportent des modifications dans la densité de certaines espèces aviennes un et deux ans après traitement. Ainsi, le site traité devient plus adéquat pour certaines espèces, celles-ci préférant un habitat plus ouvert ressemblant davantage au site d'une coupe totale récente (un à trois ans) (Savidge, 1978; Morrison & Meslow a, b).

7. CONCLUSION

À la lumière des résultats obtenus à l'intérieur des quatre peuplements, le traitement avec phytocides affecte à moyen terme la végétation en augmentant principalement le couvert en conifères et l'ouverture du milieu propice à l'établissement de bosquets d'arbustes et d'une abondante strate herbacée. Ces modifications sont bénéfiques pour les communautés aviennes puisque l'on note à l'intérieur des plantations traitées des diversités aviennes supérieures de même que des densités plus élevées pour la majorité des espèces aviennes. Toutefois, comme les peuplements traités devraient poursuivre leur succession vers un milieu de plus en plus coniférien, la diversité avienne devrait s'abaisser significativement. Les oiseaux caractéristiques des milieux buissonnants clairsemés disparaîtront et l'on devrait retrouver les communautés aviennes du milieu initial d'avant coupe, soit la forêt de résineux exploitable.

BIBLIOGRAPHIE

ACPPP, 1985. Fiche technique: phytocide: glyphosate.

ACPPP, 1987. Fiche technique: phytocide: 2,4-D.

BEAVER, D.L., 1976. Avian Populations in Herbicide Treated Brush Fields. Auk 93: 543-553.

BLONDEL, J., C. FERRY & B. FROCHOT, 1973. Avifaune et végétation: essai d'analyse de la diversité. Alunda 41: 63-84.

BRAUN-BLANQUET, J., 1932. Plant Sociology. Mc Graw-Hill, New-York, 439 p.

COSSETTE, D., I., GIROUX, R. POULIN et COLLABORATEURS, 1988. Recueil des principaux pesticides en usage au Québec. Volume 1 - Rapport synthèse. Rapport présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune par SAGE Ltée.

COTTAM, G. & J.T. CURTIS, 1956. The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. Ecology 37: 451-460.

DESGRANGES, J.L., 1980. Des communautés aviennes du Parc national de la Mauricie, Québec. Service canadien de la faune. Publication hors-série no 41, 33 p.

GODFREY, W.E., 1986. Les oiseaux du Canada. Édition révisée, Musée national des Sciences naturelles, Musées nationaux du Canada 630 p.

GUAY, G., 1983. Inventaire et description des communautés aviennes fréquentant le territoire du parc national de la Mauricie. Rapport présenté pour Parcs Canada par Environnement Illimité inc. 123p. + annexes.

LEGRIS, J., G. COUTURE, L. LABERGE & G. MAMARBACHI, 1987. Concentrations résiduelles de glyphosate dans l'eau de surface en milieu forestier, suite à des pulvérisations terrestres, 1985. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction de la conservation, Service des études environnementales, publication no 3315, 35 p.

LLOYD, M., J.H. ZAR & J.R. KARR, 1968. On the Calculation of Information-Theoretical Measures of Diversity. Am. Midl. Nat., 79: 257-272.

LUND-HOIE, K. & S. GRONVOLD, 1987. Glyphosate Application in Forest-Ecological Aspects: Successional Vegetation Changes. Scand. J. For. Res. 2: 455-468.

MAC ARTHUR, R.H. & J.W. MAC ARTHUR, 1961. On Bird Species Diversity. Ecology, 42: 594-598.

MAC ARTHUR, R.H. & E.O. WILSON, 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J.

MAC KINNON, D. & FREEDMAN, B., en préparation. Effects of the Silvicultural Use of the Herbicide Glyphosate on Breeding Birds and Their Habitat in Some Clearcuts in Nova Scotia. Rapport présenté à World Wildlife Fund (Canada).

MARIE-VICTORIN, F., 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Univ. de Montréal, Montréal, 925 p.

MÉNARD, G., R. MC NEIL & A. BOUCHARD, 1982. Les facteurs indicatifs de la diversité des peuplements d'oiseaux forestiers du sud du Québec. Naturaliste can., 109: 39-50.

MORRISON, M.L. & E.C. MESLOW, 1984a. Responses of Avian Communities to Herbicide-Induced Vegetation Changes. Journal of Wildlife Management 48 (1): 14-22.

MORRISON, M.L. & E.C. MESLOW, 1984b. Effects of the Herbicide Glyphosate on Bird Community Structure, Western Oregon. Forest Science 30 (1): 95-106.

PAYETTE, S. & B. GAUTHIER, 1972. Les structures de la végétation: interprétation géographique et écologique, classification et application. Naturaliste can., 99: 1-26.

SAVIDGE, J.A., 1978. Wildlife in a Herbicide-Treated Jeffrey Pine Plantation in Eastern California. Journal of Forestry 76: 476-478.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER, 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press., Urbana, 117 p.

SIMPSON, E.H., 1949. Measurement of Diversity. Nature (Lond.) 163: 688.

SORENSEN, T., 1948. A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content. Det. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5 (4): 1-34.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM Luc Laberge et Robert Chénard du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec qui ont fourni plusieurs renseignements au sujet des traitements sylvicoles au Québec et qui ont participé aux choix des différentes plantations.

Nous remercions également M. Gérard Phiip De Laborie d'Hydro-Québec de son intérêt pour cette étude.

ANNEXE 1: LISTE DES NOMS SCIENTIFIQUES, FRANÇAIS ET ANGLAIS DES ESPÈCES VÉGÉTALES MENTIONNÉES DANS LE TEXTE SELON LA NOMENCLATURE DE MARIE-VICTORIN (1964)

Noms scientifiques	Noms français	Noms anglais
Abies balsamea	Sapin baumier	Balsam Fir
Anaphalis margaritacea	Anaphale marguerite (immortelle)	Life-everlasting
Aster macrophyllus	Aster à grandes feuilles	Large-leaved Aster
Betula papyrifera	Bouleau à papier	Canoe Birch
Cornus canadensis	Cornouiller du Canada	Dwarf Cornel
Epilobium angustifolium	Épilobe à feuilles étroites	Fireweed
Hieracium pratense	Épervière des prés	Field Hawkweed
Picea mariana	Épinette noire	Black Spruce
Populus tremuloides	Peuplier faux-tremble	Aspen
Prunus pensylvanica	Cerisier de Pennsylvanie	Wild Red Cherry
Ribes glandulosum	Gadellier glanduleux	Fetid Currant
Rubus idaeus	Ronde du mont Ida (framboisier)	Raspberry
Salix sp.	Saule sp.	Willow sp.

ANNEXE 2: LISTE DES NOMS SCIENTIFIQUES, FRANÇAIS ET ANGLAIS DES ESPÈCES AVIENNES MENTIONNÉES DANS LE TEXTE SELON LA NOMENCLATURE DE GODFREY (1986)

Noms scientifiques	Noms français	Noms anglais
PHASIANIDAE		
Bonasa umbellus	Gélinotte huppée	Ruffed Grouse
SCOLOPACIDAE		
Gallinago gallinago	Bécassine des marais	Common Snipe
TROCHILIDAE		
Archilochus colubius	Colibri à gorge rubis	Ruby-throated Humming bird
PICIDAE		
Colaptes auratus	Pic flamboyant	Northern Flicker
Dryocopus pileatus	Grand Pic	Pileated Woodpecker
TYRANNIDAE		
Empidonax flaviventris	Moucherolle à ventre jaune	Yellow-bellied Flycatcher
Empidonax alnorum	Moucherolle des aulnes	Alder Flycatcher
HIRUNDINIDAE		
Tachycineta bicolor	Hirondelle bicolore	Tree Swallow
CORVIDAE		
Cyanocitta cristata	Geai bleu	Blue Jay
PARIDAE		
Parus atricapillus	Mésange à tête noire	Black-capped Chickadee
Parus hudsonicus	Mésange à tête brune	Boreal Chickadee
SITTIDAE		
Sitta canadensis	Sittelle à poitrine rousse	Red-breasted Nuthateh

ANNEXE 2: LISTE DES NOMS SCIENTIFIQUES, FRANÇAIS ET ANGLAIS DES ESPÈCES AVIENNES MENTIONNÉES DANS LE TEXTE SELON LA NOMENCLATURE DE GODFREY (1986) (suite)

Noms scientifiques	Noms français	Noms anglais
TROGLODYTIDAE		
Troglodytes troglodytes	Troglodyte des forêts	Winter Wren
MUSCICAPIDAE		
Regulus calendula	Roitelet à couronne rubis	Ruby-crowned Kinglet
Catharus fuscescens	Grive fauve	Veery
Catharus minimus	Grive à joues grises	Gray-cheeked Thrush
Catharus ustulatus	Grive à dos olive	Swainson's Thrush
Catharus guttatus	Grive solitaire	Hermit Thrush
Turdus migratorius	Merle d'Amérique	American Robin
BOMBYCILLIDAE		
Bombycilla cedrorum	Jaseur des cèdres	Cedar Waxwing
VIREONIDAE		
Vireo philadelphicus	Viréo de Philadelphie	Philadelphia Vireo
EMBERIZIDAE		
Vermivora peregrina	Paruline obscure	Tennessee Warbler
Vermivora ruficapilla	Paruline à joues grises	Nashville Warbler
Dendroica petechia	Paruline jaune	Yellow Warbler
Dendroica pensylvanica	Paruline à flancs marron	Chestnut-sided Warbler
Dendroica magnolia	Paruline à tête cendrée	Magnolia Warbler
Dendroica coronata	Paruline à croupion jaune	Yellow-rumped Warbler
Dendroica striata	Paruline rayée	Blackpoll Warbler
Mniotilta varia	Paruline noir et blanc	Black-and-white Warbler
Setophaga ruticilla	Paruline flamboyante	American Redstart
Seiurus aurocapillus	Paruline couronnée	Ovenbird
Seiurus noveboracensis	Paruline des ruisseaux	Northern Waterthrush
Oporornis philadelphia	Paruline triste	Mourning Warbler
Geothlypis trichas	Paruline masquée	Common Yellowthroat
Wilsonia pusilla	Paruline à calotte noire	Wilson's Warbler
Wilsonia canadensis	Paruline du Canada	Canada Warbler
Passerella iliaca	Bruant fauve	Fox Sparrow
Melospiza melodia	Bruant chanteur	Song Sparrow
Melospiza lincolnii	Bruant de Lincoln	Lincoln's Sparrow
Zonotrichia albicollis	Bruant à gorge blanche	White-throated Sparrow
Junco byemalis	Junco ardoisé	Dark-eyed Junco
Agelaius phoeniceus	Carouge à épaulettes	Red-Winged Blackbird
Euphgus carolinus	Quiscale rouilleux	Rusty Blackbird

ANNEXE 2: LISTE DES NOMS SCIENTIFIQUES, FRANÇAIS ET ANGLAIS DES ESPÈCES AVIENNES MENTIONNÉES DANS LE TEXTE SELON LA NOMENCLATURE DE GODFREY (1986) (suite)

Noms scientifiques	Noms français	Noms anglais
FRINGILLIDAE		
Carduelis tristis	Chardonneret jaune	American Goldfinch
Coccothraustes vespertinus	Gros-bec errant	Evening Grosbeak

ANNEXE 3: DONNÉES BOTANIQUES ET ORNITHOLOGIQUES DES POINTS D'ÉCOUTE SITUÉS SUR D'ANCIENNES JETÉES À L'INTÉRIEUR DE LA PLANTATION NON TRAITÉE DE LA RÉGION GASPÉSIE (N = 6)

Données botaniques	x	(Sx)
Recouvrement (%) des strates:		
• muscinale	0,00	(0,00)
• herbacée basse	15,5	(17,91)
• herbacée haute	0,00	(0,00)
• arbustive basse	63,2	(32,23)
• arbustive haute	3,0	(1,22)
• arborescente basse	0,00	(0,00)
RC	2,4	(0,8)
AC	0,00	(0,00)
ahC	0,00	(0,00)
abC	4,0	(3,2)
hauteur moyenne des arbres (m)	2,69	(1,54)
hauteur moyenne des épinettes (m)	0,72	(0,47)
diamètres à hauteur de 1 m des arbres (cm)	1,49	(1,08)
diamètres à hauteur de 1 m des arbres (cm)	1,57	(0,89)
distance entre les arbres (m)	0,67	(0,73)
distance entre les épinettes (m)	1,42	(1,02)
dégagement (m)	4,75	(3,36)
n. troncs morts debouts	0,00	(0,00)
IRV	66	
DS	0,64	
pente (en degrés)	3,18	(2,18)
drainage	très sec	

Données ornithologiques densités relatives (IPA)	x	(Sx)
Grive à dos olive	0,33	(0,17)
Viréo de Philadelphie	0,33	(0,17)
Paruline à tête cendrée	0,83	(0,12)
Paruline rayée	1,17	(0,21)
Paruline flamboyante	0,33	(0,18)
Paruline à calotte noire	0,33	(0,18)
Bruant fauve	0,50	(0,05)
Bruant à gorge blanche	0,50	(0,05)
Junco ardoisé	0,50	(0,15)
Variété	9	
N. d'espèces/point d'écoute	4,67	(0,81)
N. de couples/point d'écoute	4,83	(0,58)
DA	1,82	
C	1,00	

RC: Pourcentage de recouvrement des conifères,
AC: Pourcentage de recouvrement des arborescents bas conifériens,
ahC: Pourcentage de recouvrement des arbustifs hauts conifériens,
abC: Pourcentage de recouvrement des arbustifs bas conifériens,
IRV: Indice de recouvrement de la végétation selon Blondel et al. (1973),
DS: Diversité de la stratification selon Shannon & Weaver (1963),
DA: Diversité avienne selon Shannon & Weaver (1963),
C: Dominance selon Simpson (1949).